

Uso da informação somatossensorial adicional no controle postural: efeito da dominância manual

CDD. 20.ed. 152
613.78

Iara Mont'Alvão Guedes de ARAÚJO*
Sandra Regina ALOUCHE*
Bianca Pinto CUNHA*
Sandra Maria Sbeghen Ferreira de FREITAS*

*Universidade Cidade de São Paulo.

Resumo

Buscamos com o presente estudo investigar o efeito da dominância manual e da visão no uso da informação somatossensorial adicional fornecida pelo toque suave no controle postural. Quinze adultos jovens e destros permaneceram em pé sobre uma plataforma de força com a) olhos abertos ou fechados e b) braços ao lado do corpo ou o dedo indicador direito ou esquerdo tocando a barra fixa. A área do centro de pressão (CP), amplitude e velocidade médias do CP nas direções anteroposterior e médio-lateral foram avaliadas. Os resultados indicaram uma redução nas medidas nas condições de toque e aumento com os olhos fechados, exceto quando o toque foi realizado com dedo indicador direito. A força máxima foi maior para a mão direita, enquanto a sensibilidade cutânea e as forças aplicadas à barra foram similares entre os hemicorpos. Esses resultados sugerem um efeito da dominância manual e visão no uso da informação somatossensorial adicional no controle postural.

PALAVRAS-CHAVE: Equilíbrio postural; Oscilação postural; "Feedback" sensorial; Tato; Visão.

Introdução

Muitas atividades da vida diária são executadas na postura ereta e exigem um adequado controle postural para que sejam realizadas com sucesso. Para tanto, o sistema de controle postural utiliza informações sensoriais, provenientes principalmente dos sistemas somatossensorial, vestibular e visual, sobre a orientação e equilíbrio do corpo. Estas informações são integradas pelo sistema nervoso central para que respostas motoras sejam geradas¹. A importância de cada sistema sensorial para a manutenção da postura ereta quasi-estática é uma questão ainda em investigação. Por exemplo, informações de qual sistema, visual ou somatossensorial, seriam priorizadas no controle da oscilação postural? Assim, muitos estudos têm avaliado a oscilação postural quando indivíduos permanecem na postura ereta quasi-estática em diferentes condições de informações sensoriais²⁻⁴.

O uso da informação somatossensorial adicional no controle postural, em geral, tem sido investigado solicitando a um indivíduo para permanecer em pé, o mais parado possível, sobre uma plataforma de

força tocando suavemente (força aplicada < 1 N) a ponta do dedo indicador numa barra externa e fixa. Uma redução da oscilação postural nestas condições quando comparada a condição sem toque tem sido observada em vários estudos⁵⁻⁹. Efeito similar tem sido reportado quando outras partes do corpo realizaram o toque¹⁰⁻¹². KRISHNAMOORTHY et al.¹⁰, por exemplo, verificaram o efeito do uso do toque da mão esquerda (não dominante) sobre a barra rígida e também encontraram uma redução da oscilação postural. No entanto, nenhum estudo verificou se tal efeito depende da dominância manual em diferentes condições visuais. Apenas o estudo de DICKSTEIN¹¹ comparou a oscilação postural quando os indivíduos, de olhos fechados, realizaram o toque com o dedo direito ou esquerdo. Os resultados mostraram que, em ambas as condições de toque, houve uma redução da oscilação postural. Os autores, porém, não reportaram se todos os participantes eram destros e se a força aplicada à barra foi similar entre os toques direito e esquerdo. Assim, o primeiro

objetivo do presente estudo foi verificar se o uso da informação somatossensorial adicional fornecida pelo toque suave sobre a oscilação postural depende da dominância manual. Variáveis dependentes relacionadas à posição do centro de pressão (CP), obtida por registros de uma plataforma de força, foram utilizadas como indicativo da amplitude de oscilação postural¹³.

Além disso, o objetivo secundário do estudo foi verificar se o efeito do toque suave do dedo indicador dominante ou não dominante difere quando realizado nas condições de olhos abertos ou fechados. Estudos reportaram que o efeito do toque suave é maior quando indivíduos permanecem de olhos fechados^{2,14}. HOLDEN et al.¹⁴, por exemplo, não observaram uma redução da oscilação postural na condição de olhos abertos e sugeriram que a magnitude da força aplicada à barra era muito pequena para influenciar a oscilação quando a visão era disponível. No entanto, na ausência de informação visual, o toque suave forneceu informação somatossensorial adicional suficiente para influenciar o controle postural e reduzir a oscilação postural a valores próximos ou menores da condição de olhos abertos sem toque^{6,14}. De fato, quando de olhos fechados a informação somatossensorial

é de grande importância no controle postural, e talvez, por este motivo, estudos mais recentes têm investigado o efeito do toque suave apenas de olhos fechados¹⁵⁻¹⁶. Por outro lado, a influência do uso do toque suave sobre a oscilação postural também tem sido observada recentemente em situações de olhos abertos^{3,17-19}. BONFIM et al.¹⁷ observaram que o efeito de um estímulo visual, dado pelo movimento de uma sala móvel onde os participantes permaneciam enquanto realizavam o toque suave na barra externa, foi reduzido comparado à condição sem toque nas mesmas condições visuais. Desta forma, parece que os resultados dos estudos sobre o efeito do toque suave nas condições visuais (i.e., olhos abertos e fechados) ainda são contraditórios e, portanto, essa questão também foi investigada no presente estudo. Uma vez que os participantes do estudo deveriam ter a mão direita como a dominante, se o efeito do toque suave dependesse da dominância manual, uma redução maior da oscilação postural era esperada quando o toque fosse realizado com o dedo indicador direito. Ainda, essa redução seria mais evidente quando informação visual não fosse disponível (i.e., olhos fechados), sugerindo maior eficácia do uso da informação somatossensorial adicional fornecida pela mão dominante nessa condição.

Método

Participantes

Participaram do presente estudo 15 indivíduos jovens e saudáveis, com idade entre 18 e 31 anos (média de 23,3 anos \pm 4 anos), sendo sete homens e oito mulheres, com massa corporal média de 71,1 kg (\pm 12,2 kg) e estatura média de 1,66 m (\pm 0,09 m). Todos os indivíduos eram destros como determinado pelo inventário de Edinburg sobre dominância manual²⁰ e apresentaram acuidade visual normal ou corrigida. Os procedimentos experimentais foram apresentados aos participantes e estes assinaram, antes do início da participação no estudo, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Local (Protocolo nº 13508426).

Inicialmente, a sensibilidade cutânea dos participantes foi avaliada para verificar a presença de alguma alteração sensorial das mãos e dos pés que pudesse comprometer, respectivamente, o uso das informações somatossensoriais fornecidas

pelo toque ou pela manutenção da postura ereta quase-estática. Um estesiômetro composto por seis monofilamentos (Semmes-Weinstein) da marca Sorri (Bauru - SP) foi utilizado. Os participantes permaneceram sentados de olhos fechados e foram instruídos a responder "SIM" quando sentiram algo em contato com a pele e indicar o local do estímulo aplicado. Foram testados três pontos em cada mão (incluindo os dedos indicadores) e sola dos pés, seguindo uma sequência pré-determinada, dos filamentos menos espessos para os mais espessos.

A força manual gerada com os dedos em pinça, no caso polegar e dedo indicador, e a força de preensão palmar de cada membro superior foram avaliadas, respectivamente, com o dinamômetro Pinch e Jamar cuja medida possui uma acurácia de 1 e 3%, respectivamente²¹. A mensuração das forças de preensão palmar e pinça foi feita para maior caracterização da amostra do estudo bem como para verificar possíveis diferenças entre os membros superiores direito (dominante) e esquerdo.

Tarefas experimentais

O participante foi orientado a permanecer em pé, com os pés descalços e paralelos, assumindo uma posição confortável sobre uma plataforma de força (AMTI, Modelo OR6-7, 46,4 cm x 50,8 cm). A posição dos pés foi marcada com giz na plataforma de força para reprodução entre as tentativas. Uma barra de toque (TouchSync, EMG System) foi posicionada lateralmente e à frente do participante em todas as condições. A barra era composta por uma peça circular (base para o toque) de 2,5 cm de diâmetro presa por uma haste de alumínio em uma célula de carga uniaxial (para registro apenas da força vertical) fixada na parte superior de um tripé que permitiu o ajuste de altura da barra para cada participante.

Seis condições experimentais definidas pela disponibilidade ou não da informação visual (olhos abertos e fechados) e pelo toque ou não da ponta do dedo indicador na superfície externa (sem toque, toque direito e toque esquerdo) foram realizadas. Na condição de olhos abertos, o participante foi solicitado a olhar para um alvo (círculo de 3 cm de diâmetro) apresentado na altura dos olhos e a um metro de distância do participante em um monitor. Nas condições sem toque, o participante foi orientado a manter os dois braços estendidos e paralelos ao longo do corpo. Nas condições de toque, o antebraço do membro cujo dedo indicador estava tocando a barra de toque permaneceu paralelo ao solo e a articulação do cotovelo foi mantida a 90° de flexão. Ainda nesta condição, o participante deveria aplicar uma força de até 1 N para que a barra de toque não fosse utilizada como um suporte mecânico. Caso o participante aplicasse uma força superior a 1 N, ele era orientado, verbalmente pelo experimentador, a diminuir a força exercida na barra de toque.

O início e o término de cada tentativa eram indicados ao participante por um sinal sonoro emitido pelo computador. Para cada condição foram avaliadas três tentativas de 65 segundos. O participante foi instruído a permanecer o mais “parado possível” durante toda tentativa. A ordem das condições de toque foi randomizada para todos os participantes, enquanto as condições visuais foram alternadas dentro de cada condição de toque. Intervalos de um minuto entre as tentativas e de cinco minutos entre as condições foram permitidos. Além disso, um intervalo maior para descanso entre as tentativas e/ou condições foi permitido sempre que solicitado pelo participante e/ou a critério do avaliador.

Aquisição e análise dos dados

A aquisição e análise dos dados da plataforma de força e barra de toque foram realizadas utilizando um programa escrito em LabView 2009 (National Instruments). Todos os sinais das forças e momentos foram adquiridos com uma frequência de 100 Hz. As posições do centro de pressão (CP) nas direções anteroposterior (ap) e médio-lateral (ml) foram calculadas a partir do registro dos três componentes da força (F_x , F_y e F_z , onde x , y e z são as direções anteroposterior, médio-lateral e vertical, respectivamente) e três componentes do momento de força (M_x , M_y e M_z).

Inicialmente a série temporal do CP nas duas direções foi filtrada utilizando um filtro Butterworth de 2ª ordem, com frequência de 10 Hz. Antes do cálculo das variáveis dependentes, os 2,5 segundos iniciais e finais de cada tentativa foram descartados para excluir qualquer interferência relacionada à adaptação do indivíduo com o início da tarefa ou a expectativa com o término da tentativa. Características da oscilação postural foram então avaliadas por variáveis calculadas da posição do CPap e CPml¹³: amplitude média de oscilação (AMO) e velocidade média (VM). A AMO foi definida como o desvio padrão da série temporal do CP para cada direção e VM foi determinada pela somatória das diferenças entre cada par de dados da série temporal do CP dividido pelo tempo total da tentativa (no presente estudo, 60 segundos, já que os primeiros e últimos 2,5 segundos foram descartados da análise). Além disso, a área de oscilação total foi calculada por meio do método estatístico de análise dos componentes principais para determinação da área de uma elipse englobando 85% dos dados do CP.

A amplitude máxima e a variabilidade (desvio padrão) da força aplicada à barra durante as condições de toque em cada tentativa também foram analisadas. Para todas as variáveis, a média entre as três tentativas foi obtida e utilizada para análise estatística.

Análise estatística

Para análise estatística foi utilizado o programa SPSS 16. Foi realizada para comparações da variável área do CP uma análise de variância (Anova) de medidas repetidas com fatores toque (com três níveis: sem toque, toque direito e toque esquerdo) e visão (com dois níveis: olhos abertos e fechados). Três análises de multivariância (Manova), de medidas repetidas, com os fatores toque e visão foram realizadas tendo como variáveis dependentes: a) AMO nas direções ap e ml, b) VM nas direções

ap e ml, c) média e variabilidade da força de toque. Uma MANOVA também foi utilizada para verificar diferenças entre mãos na força de preensão palmar

e digital. Análises univariadas e testes “post hoc” foram realizados quando necessário. O nível de significância foi assumido em 0,05.

Resultados

Os resultados das avaliações de sensibilidade cutânea e força são apresentados na TABELA 1. Todos os participantes apresentaram ausência de alteração na sensibilidade cutânea das mãos e pés uma vez que foram capazes de identificar os estímulos dos monofilamentos menos espessos (inferior a 0,2 gramas).

Para as forças de preensão manual, a Manova indicou efeito de mão [Wilks' Lambda = 0,40, $F(2,13) = 9,61$; $p = 0,003$, $\eta^2 = 0,60$]. Análises univariadas revelaram que este efeito foi observado tanto na força de preensão palmar [$F(1,14) = 9,36$; $p = 0,009$, $\eta^2 = 0,40$], quanto de pinça [$F(1,14) = 6,67$; $p = 0,022$, $\eta^2 = 0,32$]. Isto é, a maior amplitude de força de preensão palmar e de pinça foi gerada pela mão direita comparada às forças geradas pela mão esquerda.

Amplitude e variabilidade da força do toque

A amplitude da força aplicada à barra de toque foi sempre inferior a 1 N (TABELA 1) como solicitado pela tarefa, independente se o toque foi realizado com o dedo indicador direito ou esquerdo. Além disso, a variação dessa força nas condições de toque foi inferior a 10% do limite da força a ser aplicada na barra permitido pela tarefa (i.e., 1N). A Manova (3×2) não revelou efeito estatístico de toque [Wilks' Lambda = 0,86, $F(2,13) = 1,03$; $p = 0,383$, $\eta^2 = 0,14$], visão [Wilks' Lambda = 0,87, $F(2,13) = 0,93$; $p = 0,42$, $\eta^2 = 0,13$] ou interação entre os fatores [Wilks' Lambda = 0,88, $F(2,13) = 0,92$; $p = 0,42$, $\eta^2 = 0,12$] quando as variáveis dependentes amplitude e variabilidade da força de toque foram analisadas.

TABELA 1 - Valores medianos das gramagens dos monofilamentos com respostas positivas na avaliação da sensibilidade cutânea dos membros superiores (MMSS) e inferiores (MMII) direito e esquerdo e valores médios (\pm D.P.) das forças máximas de pinça e preensão palmar e da amplitude e variabilidade das forças de toque.

		Hemicorpo	
		Direito (Dominante)	Esquerdo (Não dominante)
Sensibilidade cutânea (gramas)	MMSS	0,05	0,05
	MMII	0,2	0,2
Força (N)	Pinça*	140,3 \pm 77,5	132,4 \pm 71,6
	Palmar*	311,9 \pm 98,1	286,4 \pm 82,4
Amplitude da Força do Toque (N)	Olhos abertos	0,27 \pm 0,16	0,25 \pm 0,13
	Olhos fechados	0,28 \pm 0,16	0,25 \pm 0,15
Variabilidade da Força do Toque (N)	Olhos abertos	0,07 \pm 0,04	0,08 \pm 0,04
	Olhos fechados	0,10 \pm 0,11	0,08 \pm 0,06

*Diferença estatisticamente significativa entre o hemicorpo direito e esquerdo ($p < 0,05$).

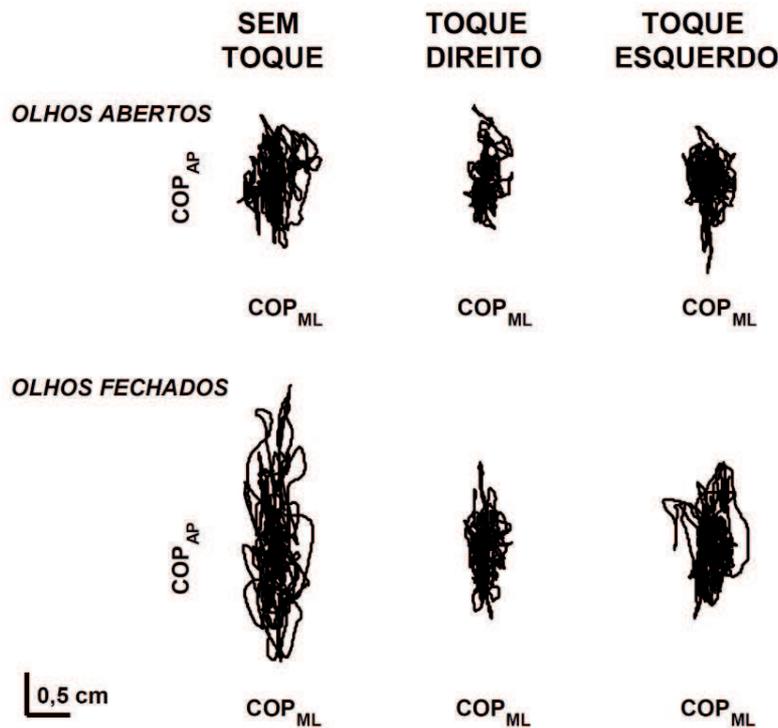
Área do CP

Os participantes apresentaram valores médios (\pm E.P.) da área de oscilação do CP na condição sem toque de 0,54 (\pm 0,06) e 0,93 (\pm 0,14) cm^2 , respectivamente, para as condições de olhos abertos e fechados. Quando os participantes realizaram o toque com o dedo indicador direito ou esquerdo, estes valores reduziram tanto com olhos abertos (0,35 \pm 0,05 e 0,34 \pm 0,04 cm^2 , respectivamente para o toque direito e esquerdo) quanto fechados (0,37 \pm

0,05 e 0,42 \pm 0,05 cm^2 , respectivamente para o toque direito e esquerdo). De fato, a Anova (3×2) indicou efeito principal de toque [$F(2,28) = 18,32$; $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,57$] e visão [$F(1,14) = 12,29$; $p = 0,003$, $\eta^2 = 0,47$], bem como a interação entre estes fatores [$F(2,28) = 10,64$; $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,43$]. Para o efeito de toque, o teste “post hoc” não revelou diferença na área do CP entre as condições de toque realizado com o dedo indicador direito e esquerdo; porém, ela foi menor nestas condições quando comparadas à condição sem toque. A área do CP, por outro lado,

aumentou na condição de olhos fechados para as condições sem toque e toque esquerdo, mas não

quando os participantes realizaram o toque com o dedo indicador da mão dominante (direita).



Os gráficos da linha superior representam a condição de olhos abertos e os da linha inferior a condição de olhos fechados. A escala dos gráficos é apresentada no canto inferior esquerdo da figura.

FIGURA 1 - Trajetórias do CPap e CPml de um participante representativo para condição experimental sem toque ou realizando as condições de toque com o dedo indicador direito (toque direito) ou esquerdo (toque esquerdo).

Amplitude média de oscilação (AMO)

Os resultados da variável AMO nas direções ap e ml são apresentados na FIGURA 2A-B. Manova (3 x 2) revelou um efeito estatisticamente significativo de toque [Wilks' Lambda = 0,17, $F(4,54) = 19,06$; $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,59$] e visão [Wilks' Lambda = 0,28, $F(2,13) = 16,46$; $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,72$]. Além disso, a Manova também revelou interação entre estes fatores [Wilks' Lambda = 0,46, $F(4,54) = 6,32$; $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,32$]. As análises univariadas indicaram haver efeito de toque na direção ap [$F(2,28) = 59,11$; $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,81$] e ml [$F(2,28) = 4,41$; $p = 0,022$, $\eta^2 = 0,24$]. Já o efeito de visão e interação foram observados somente na direção ap [$F(1,14) = 27,07$; $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,66$ e $F(2,28) = 15,51$; $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,53$, respectivamente]. Na direção ap, o efeito de toque ocorreu pela redução da AMO nas condições de toque direito e esquerdo e o efeito de visão, pelo aumento da AMO com os olhos fechados. A interação observada ocorreu pelo aumento na variável AMO na condição de olhos fechados, a qual não foi observada quando os participantes realizaram o toque com o dedo indicador da mão dominante (direita). Na direção ml, testes "post

hoc" não revelaram diferenças entre as condições de toque, apesar de descritivamente haver uma redução da AMO ml na condição de toque direito.

Velocidade média de oscilação (VM)

Os valores de VM são apresentados na FIGURA 2C-D. A Manova indicou um efeito estatisticamente significativo dos fatores toque [Wilks' Lambda = 0,24, $F(4,54) = 13,93$; $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,51$] e visão [Wilks' Lambda = 0,11, $F(2,13) = 53,32$; $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,89$] bem como interação entre eles [Wilks' Lambda = 0,57, $F(4,54) = 4,38$; $p = 0,004$, $\eta^2 = 0,25$]. Análises univariadas também indicaram haver efeito de toque, visão e interação entre estes fatores tanto na direção ap [$F(2,28) = 39,64$; $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,74$, $F(1,14) = 112,6$; $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,89$ e $F(2,28) = 9,35$; $p = 0,001$, $\eta^2 = 0,40$, respectivamente] quanto ml [$F(2,28) = 11,41$; $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,45$, $F(1,14) = 48,94$; $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,78$ e $F(2,28) = 6,52$; $p = 0,005$, $\eta^2 = 0,32$]. Em geral, para as duas direções, os testes "post hoc" indicaram diferenças na VM apenas entre as condições sem toque e toque direito ou esquerdo, mas não entre estas duas últimas condições de toque.

Tal efeito do toque foi maior quando os participantes permaneceram de olhos fechados. Ainda, para

direção ml, o efeito de toque não foi estatisticamente significativo na condição de olhos abertos.

As barras de erro representam valores de erro padrão.

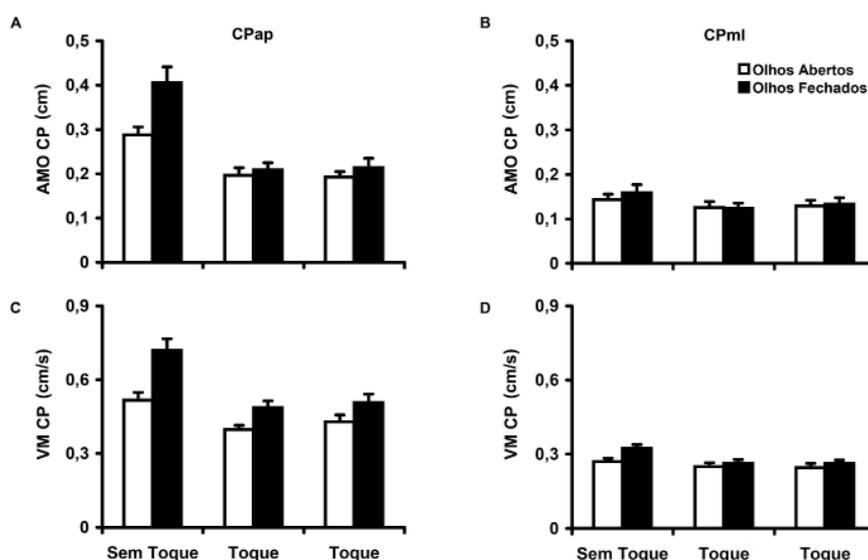


FIGURA 2 - Valores médios das variáveis AMO (a e b) e VM (c e d) do CPap e CPml.

Discussão

O presente estudo teve como objetivo investigar o efeito da dominância manual e da visão no uso da informação somatossensorial adicional fornecida pelo toque suave no controle postural. Para tanto, indivíduos jovens, saudáveis e destros, permaneceram na postura ereta em diferentes condições experimentais determinadas a) pela realização ou não do toque suave da ponta do dedo indicador direito ou esquerdo com uma barra externa e rígida e b) pela disponibilidade ou não da informação visual (olhos abertos e fechados). Em geral, a oscilação postural foi maior na condição de olhos fechados (exceto para condição de toque com o dedo direito) e menor quando os participantes realizaram o toque suave. Este último resultado indica que a informação somatossensorial adicional fornecida pelo toque suave do dedo indicador direito ou esquerdo, respectivamente, da mão dominante e não dominante, foi utilizada pelo sistema de controle postural. Num primeiro momento, esse efeito parece independente da dominância manual uma vez que a redução da oscilação postural foi observada para as duas condições de toque. No entanto, um efeito maior do toque direito foi também observado quando consideradas as comparações entre as condições de olhos abertos e fechados.

O presente resultado sobre o efeito do toque suave na oscilação postural durante a postura

ereta corrobora os de estudos previamente realizados^{6-7,14-15,18-19,22}. Estudos investigando a oscilação postural de participantes que permaneceram na posição com um pé a frente do outro (posição denominada tandem ou “semi-tandem”) demonstraram que a ponta do dedo em contato com uma superfície estável foi capaz de reduzir a magnitude da oscilação postural na direção médio-lateral a pouco mais de 50% em relação àquela sem toque²⁻⁷. No presente estudo, o efeito do toque foi observado principalmente na direção anteroposterior uma vez que participantes permaneceram em uma postura ereta confortável e mais natural, similar aos achados descritos na literatura^{6,15,19}. Esses resultados sugerem que o toque suave reduz a oscilação postural, principalmente na direção de maior instabilidade do corpo (i.e., direção anteroposterior neste estudo).

Além disso, os resultados encontrados de que o efeito do toque ocorre tanto quando executado com o dedo indicador direito (mão dominante) como esquerdo (mão não dominante) corroboram os da maioria dos estudos sobre a importância da informação somatossensorial adicional quando a ponta do dedo indicador direito tocou a barra rígida^{2-3,14-16,18}. O mesmo resultado foi encontrado por KRISHNA-MOORTHY et al.¹⁰ sobre o uso do toque suave do lado não dominante de indivíduos destros. Resultados

similares de que tanto o toque direito como esquerdo levam a uma diminuição da oscilação postural foram também relatados por DICKSTEIN¹¹. No entanto, no estudo a dominância manual dos participantes e a força aplicada à barra não foram descritas e os participantes foram avaliados somente na condição de olhos fechados.

No presente estudo, as comparações entre os resultados de cada condição de toque quando os indivíduos permaneceram de olhos abertos e fechados sugeriram um efeito diferente da ausência de visão entre as condições de toque do dedo indicador direito e esquerdo. Isso porque a oscilação postural na direção anteroposterior foi, em média, 43,3 e 13,4% maior nas condições de sem toque e toque esquerdo, respectivamente, quando de olhos fechados em comparação a condição de olhos abertos. Na condição de toque direito e olhos fechados, este aumento representou apenas 5,4% da oscilação postural apresentada na condição de olhos abertos e não foi estatisticamente significante. Esses resultados sugerem que o toque da mão dominante, direita foi mais eficiente na condição de olhos fechados. De fato, uma vez que a informação visual tem grande importância no controle postural e a sua ausência (temporária, no caso) leva a um aumento da oscilação postural²³⁻²⁴, a informação somatossensorial adicional fornecida pelo toque seria ainda mais importante nesta condição (olhos fechados) como já reportado anteriormente¹⁴. No entanto, estudos mais recentes que investigaram os efeitos do toque suave em diferentes condições visuais apontaram que este efeito é independente da condição visual^{3,10,18-19}.

Os resultados do presente estudo corroboram e ampliam o entendimento do efeito do toque suave em diferentes condições visuais. Primeiramente, o efeito do toque também foi observado para as duas condições visuais neste estudo. Ainda, a interação entre visão e toque foi observada neste estudo devido ao maior efeito do toque com o dedo indicador da mão dominante (direita) que reduziu o efeito da ausência de visão. Assim, pode ser sugerido que a informação somatossensorial adicional é de grande valia para o sistema de controle postural, principalmente se realizado com o lado dominante do corpo (i.e., dedo indicador direito no presente estudo) de olhos fechados.

Esse resultado contradiz os achados de um efeito similar dos toques direito e esquerdo de olhos fechados por DICKSTEIN¹¹. Possíveis diferenças na quantidade de força aplicada à barra entre as condições poderia explicar os resultados contraditórios. Em particular, se uma força maior foi aplicada pelo toque esquerdo, maior redução da oscilação corporal poderia ter ocorrido no estudo de DICKSTEIN¹¹. Assim, como reportado em outros estudos sobre os maiores efeitos do toque forte (força superior a 5 N) comparados aos do toque suave^{2,14}, a quantidade da força aplicada por cada lado do toque poderia explicar a divergência nos resultados encontrados entre o presente estudo e o de DICKSTEIN¹¹. No entanto, o autor não reportou a amplitude de força aplicada em cada condição de toque e, portanto, não é possível concluir se esta é a explicação mais correta.

É importante ressaltar que a força aplicada à barra de toque no presente estudo foi sempre inferior ao limite estabelecido pelo protocolo experimental (1 N). Uma dificuldade em manter o nível de força de 1 N, que poderia ter sido observada pela maior variabilidade da força, também não foi apresentada pelo lado não dominante. Assim, a vantagem do membro superior dominante sobre o uso da informação somatossensorial adicional neste estudo não ocorreu por diferenças na amplitude ou variabilidade da força aplicada à barra ou na sensibilidade cutânea das mãos e pés, já que estas medidas foram similares entre os dois hemisferos. Somente a capacidade para geração de força máxima palmar ou de pinça foi diferente quando realizada com o hemisfero direito e esquerdo (TABELA 1), sugerindo que o membro superior direito que apresentou maior força seja o mais utilizado na realização das atividades manuais da vida diária.

Os resultados do presente estudo permitiram verificar que o toque suave reduz a oscilação postural independente da dominância manual e das condições visuais. No entanto, a redução da oscilação é maior quando o toque é realizado com a mão direita (dominante), uma vez que reduz o efeito da ausência da visão nessa condição. Assim, é sugerido que o toque suave dominante tem maior efeito sobre a oscilação postural. Esses resultados contribuem para o entendimento da importância das informações somatossensoriais adicionais e visuais no controle postural.

Abstract

The use of additional somatosensory information on postural control: effect of handedness

In this study we investigated the effect of handedness and vision on the use of additional somatosensory information provided by the light touch in postural control. Fifteen right-handed, young adults quietly stood on a force plate with a) eyes open or closed and b) arms hanging along the body or with the right or left index finger in contact with a rigid bar. We assessed the center of pressure (CP) area and CP mean sway amplitude and velocity in anterior-posterior and medial-lateral directions. The results revealed a reduction of these measures in the touch conditions and increase with the eyes closed, except when the touch was performed with right index fingertip. The grip strength was greater for the right hand, while the cutaneous sensitivity and the forces applied on the bar were similar between the two sides of the body. These results suggested an effect of the handedness and vision in the use of additional somatosensory information on the postural control.

KEY WORDS: Equilibrium; Postural sway; Sensory feedback; Tactile information; Vision.

Referências

1. Horak FB, MacPherson JM. Postural orientation and equilibrium. In: Rowell LB, Sherpherd JT, editors. Handbook of physiology: a critical, comprehensive presentation of physiological knowledge and concepts. New York: Oxford American Physiological Society; 1996. p.255-92: Postural orientation and equilibrium.
2. Jeka JJ, Lackner JR. Fingertip contact influences human postural control. *Exp Brain Res.* 1994;100:495-502.
3. Freitas SM, Prado JM, Duarte M. The use of a safety harness does not affect body sway during quiet standing. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2005;20:336-9.
4. Clark S, Riley MA. Multisensory information for postural control: sway-referencing gain shapes center of pressure variability and temporal dynamics. *Exp Brain Res.* 2007;176:299-310.
5. Jeka JJ. Light touch contact as a balance aid. *Phys Therap.* 1997;77:476-87.
6. Clapp S, Wing AM. Light touch contribution to balance in normal bipedal stance. *Exp Brain Res.* 1999;125:521-4.
7. Rabin E, Bortolami SB, Dizio P, Lackner JR. Haptic stabilization of posture: changes in arm proprioception and cutaneous feedback for different arm orientations. *J Neurophysiol.* 1999;82:3541-9.
8. Lackner JR, Rabin E, Dizio P. Stabilization of posture by precision touch of the index finger with rigid and flexible filaments. *Exp Brain Res.* 2001;139:454-64.
9. Rabin E, Dizio P, Ventura J, Lackner JR. Influences of arm proprioception and degrees of freedom on postural control with light touch feedback. *J Neurophysiol.* 2008;99:595-604.
10. Krishnamoorthy V, Slijper H, Latash ML. Effects of different types of light touch on postural sway. *Exp Brain Res.* 2002;147:71-9.
11. Dickstein R. Stance stability with unilateral and bilateral light touch of an external stationary object. *Somatosens Mot Res.* 2005;22:319-25.
12. Johannsen L, Wing AM, Hatzitaki V. Effects of maintaining touch contact on predictive and reactive balance. *J Neurophysiol.* 2007;97:2686-95.
13. Duarte M, Freitas SMSF. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Rev Bras Fisioter.* 2010;14:183-92.
14. Holden M, Ventura J, Lackner JR. Stabilization of posture by precision contact of the index finger. *J Vestib Res.* 1994;4:285-301.
15. Magalhães FH, Kohn AF. Vibratory noise to the fingertip enhances balance improvement associated with light touch. *Exp Brain Res.* 2011;209:139-51.
16. Kimura T, Kouzaki M, Masani K, Moritani T. Unperceivable noise to active light touch effects on fast postural sway. *Neurosci Lett.* 2012;506:100-3.
17. Bonfim TR, Polastri PE, Barela JA. Efeito do toque suave e da informação visual no controle da posição em pé de adultos. *Rev Bras Educ Fís Esporte.* 2006;20:15-25.

18. Kouzaki M, Masani K. Reduced postural sway during quiet standing by light touch is due to finger tactile feedback but not mechanical support. *Exp Brain Res.* 2008;188:153-8.
19. Cunha BP, Alouche SR, Araujo IM, Freitas SM. Individuals with post-stroke hemiparesis are able to use additional sensory information to reduce postural sway. *Neurosci Lett.* 2012;513:6-11.
20. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia.* 1971; 9:97-113.
21. Mathiowetz V, Weber K, Volland G, Kashman N. Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. *J Hand Surg Am.* 1984;9:222-6.
22. Jeka JJ, Lackner JR. The role of haptic cues from rough and slippery surfaces in human postural control. *Exp Brain Res.* 1995;103:267-76.
23. Fitzpatrick R, McCloskey DI. Proprioceptive, visual and vestibular thresholds for the perception of sway during standing in humans. *J Physiol.* 1994;478(Pt 1):173-86.
24. Rougier P. The influence of having the eyelids open or closed on undisturbed postural control. *Neurosci Res.* 2003;47:73-83.

Agradecimentos

Financiamentos FAPESP processos n°. 2010/15360-4 e n°. 2012/12572-6 e CNPq processo n°. 121521/2010-9.

ENDEREÇO

Sandra Maria Sbeghen Ferreira de Freitas
Universidade Cidade de São Paulo
R. Cesário Galeno, 448/475
03071-000 - São Paulo - SP - BRASIL
e-mail: smsf.freitas@gmail.com

Recebido para publicação: 30/04/2012

Revisão: 10/08/2012

Aceito: 28/03/2013